Chapitre.5 : Les glucides

I. Les différents types de glucides

Dans la famille des **glucides**, on trouve les **sucres et l'amidon.**

- Il existe deux types de sucres : les **sucres réducteurs**, comme **le glucose et le fructose**, et les sucres **non réducteurs**, comme **le saccharose (sucre de table).**
- **L'amidon** est une grosse molécule organique que l'on appelle **macromolécule.**

Exemples :

- On trouve du glucose et du fructose dans les fruits et le miel.
- Le saccharose est extrait de la canne à sucre et de la betterave. C'est le **sucre de table.**
- Les céréales, les féculents et les végétaux contiennent de l'amidon.

II. Formules chimiques des différents glucides :

1. Les oses :

Ce sont des **sucres simples** comme le glucose et le fructose. On les trouve dans les fruits doux et secs pour le premier et dans les fruits acides pour le second.

Leur **formule brute** est $C_6H_{12}O_6$

2. Les diholosides

Le saccharose (sucre de table) est un diholoside de formule brute $C_{12}H_{22}O_{11}$

3. Les polyholosides :

L'amidon est un **polyholoside** (poly : plusieurs). Il est stocké par les organismes végétaux. Dans l'industrie ses principales sources sont le maïs, la pomme de terre et le manioc. Sa formule brute s'écrit $(C_6H_{10}O_5)_n$, n étant compris entre 200 et 600, n étant important on dit que l'amidon est une **macromolécule** (molécule géante). Dans cette macromolécule $C_6H_{10}O_5$ est appelé **motif unitaire**. n est le degré de polymérisation.

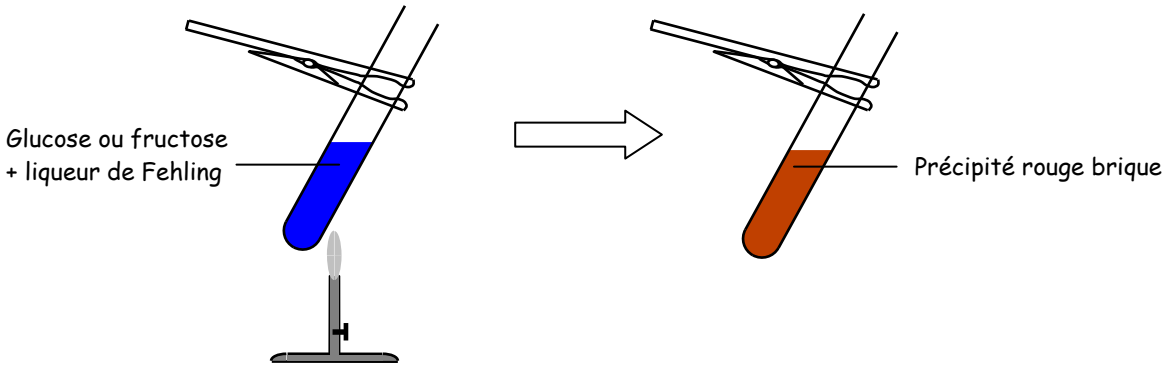
III. Mise en évidence des glucides : expériences au bureau

1. Les oses (glucose et fructose) :

On peut les mettre en évidence par réaction à chaud avec **la liqueur de Fehling**, solution de couleur bleu foncé contenant des ions cuivre Cu^{2+}.

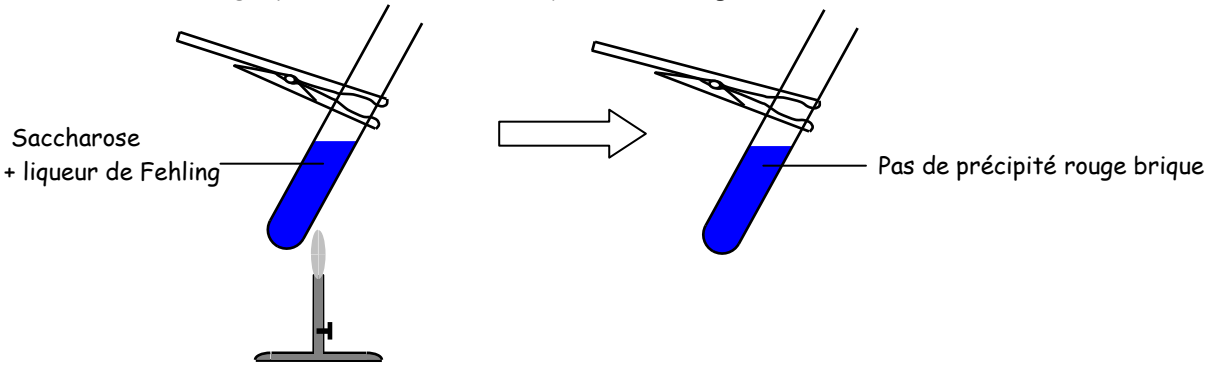
En présence de glucose ou de fructose il se forme un **précipité rouge brique** de formule Cu_2O

Tous **les oses réagissent** avec la liqueur de Fehling, ce sont des **sucres réducteurs.**



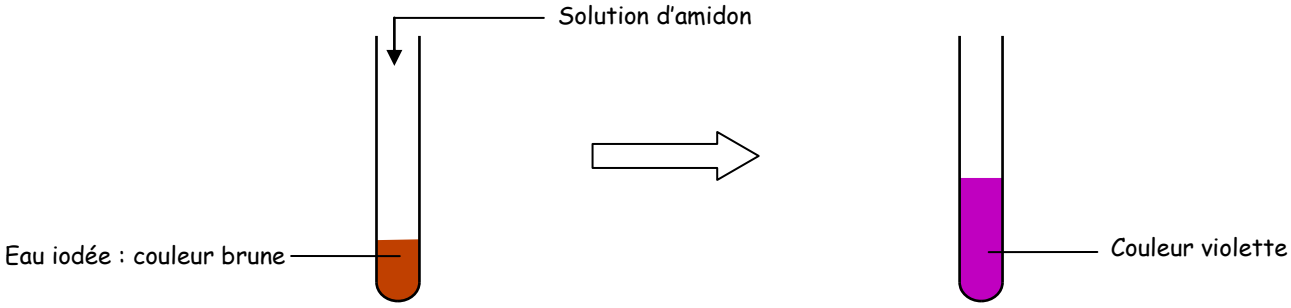
2. Les diholosides (saccharose ou sucre de table) :

Le saccharose ne réagit pas avec la solution de liqueur de Fehling, c'est un **sucre non réducteur.**



3. L'amidon :

On met en évidence l'amidon par réaction sur **l'eau iodée**, solution de coloration **brune**.
En présence d'amidon et d'eau iodée la coloration de la solution devient **violette**.



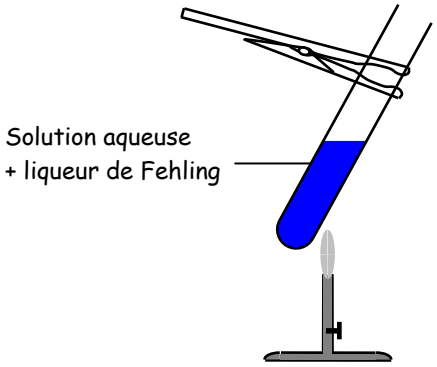
4. Mise en évidence des glucides dans un aliment

1. Expérience n°1 :

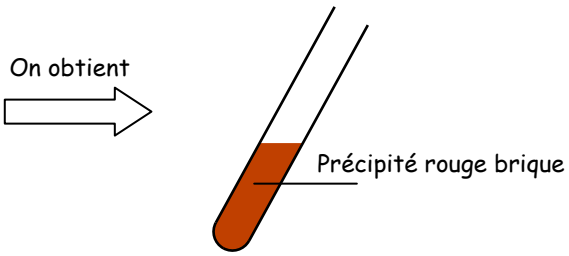
- Tu disposes sur ta paillasse de petits morceaux de pomme.
- Introduire un petit morceau de pomme, après l'avoir écraser dans un mortier, dans un erlenmeyer de 50 mL.
- Ajoute de l'eau distillée à hauteur d'environ 20 mL de l'erlenmeyer.
- Propose un protocole expérimental permettant de mettre en évidence la présence de glucose dans la pomme.

  La présence du glucose est mise en évidence par action à chaud de la liqueur de Fehling sur la solution aqueuse obtenue dans l'erlenmeyer.

  Protocole :
  - **On prélève un volume de cette solution que l'on introduit dans un tube à essais muni d'une pince en bois.**
  - **On ajoute de la liqueur de Fehling, et on chauffe légèrement le tube.**



- Réalise ce protocole, et note tes observations :



- Conclure :

  Le test à la liqueur de Fehling est positif : la pomme contient du glucose.

2. Expérience n°2 :

- Dépose quelques gouttes d'eau iodée sur un petit morceau de pomme écrasé.
- Note tes observations :

  Il apparaît une coloration bleu-violet.
- Conclure :

  La pomme contient de l'amidon.

3. Synthèse :

Quelles sont les glucides mis en évidence dans la pomme ?

Les glucides mis en évidence dans la pomme sont : le glucose et l'amidon.

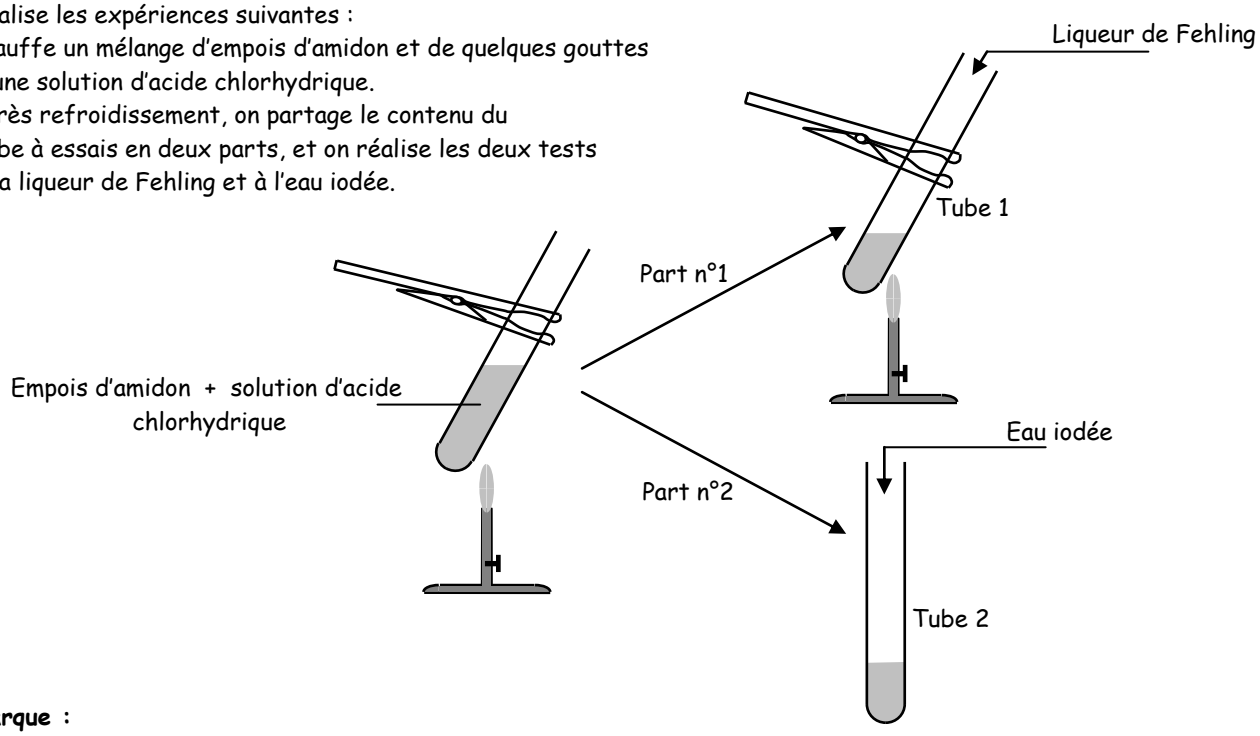
IV. Réactions chimiques des glucides

1. Hydrolyse de l'amidon :

Expériences :

- Réalise les expériences suivantes :

Chauffe un mélange d'empois d'amidon et de quelques gouttes d'une solution d'acide chlorhydrique.
Après refroidissement, on partage le contenu du tube à essais en deux parts, et on réalise les deux tests à la liqueur de Fehling et à l'eau iodée.



Remarque :

- L'hydrolyse d'une substance chimique signifie sa décomposition par l'eau.
- L'acide chlorhydrique joue le rôle **de catalyseur** dans cette réaction chimique d'hydrolyse de l'amidon : il ne participe pas à cette réaction, il sert seulement à la déclencher et l'accélérer.

- Note tes observations :

Tube.1 : L'action à chaud de la liqueur de Fehling donne un précipité rouge brique.
Tube.2 : le test à l'eau iodée est négatif, aucune couleur violette n'apparaît.

- Quelle conclusion peut-on tirer de ces expériences ?

L'hydrolyse de l'amidon produit du glucose.

- **Synthèse :**

Complète les phrases suivantes :

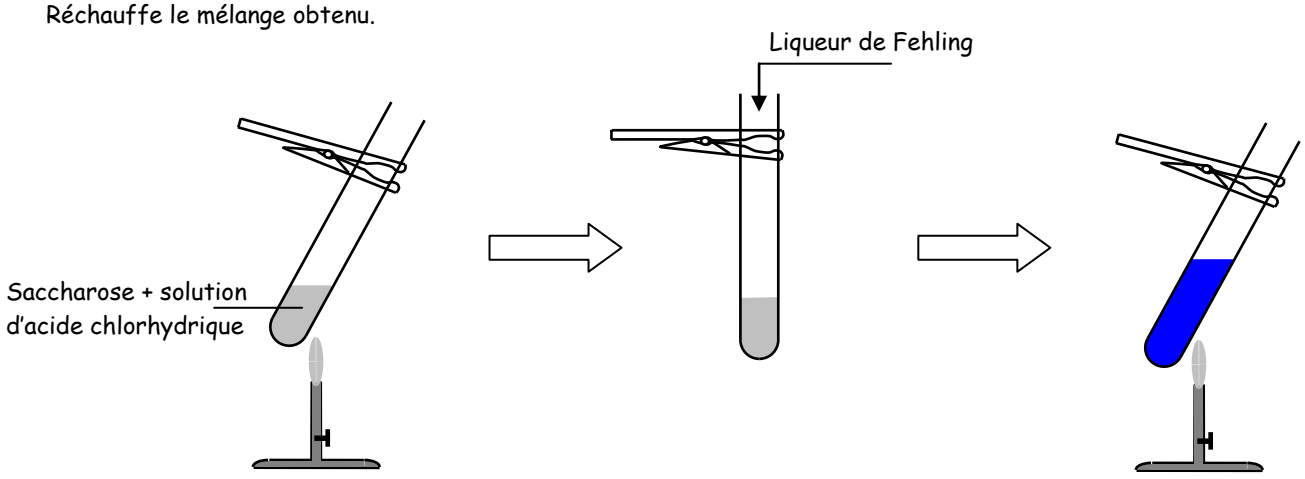
- L'hydrolyse de l'amidon se passe en présence d'un catalyseur **l'acide chlorhydrique.**
- Cette hydrolyse produit du **glucose**.
- Son équation-bilan est : **Amidon + Eau ⟶ Glucose**

2. Hydrolyse du saccharose

Expériences :

- Réalise l'expérience suivante :

Chauffe un mélange de saccharose et de quelques gouttes d'acide chlorhydrique.
Introduire 10 mL d'une solution de liqueur de Fehling.
Réchauffe le mélange obtenu.



- Note tes observations :
  Il apparaît après chauffage une coloration rouge brique.
- Quelle conclusion peut-on de ces expériences ?
  Remarque :
  En plus du produit obtenu par hydrolyse du saccharose, cette réaction chimique produit aussi du fructose.
  L'hydrolyse du saccharose, en présence d'acide chlorhydrique, produit du glucose et du fructose.
- **Synthèse :**
  Complète les phrases suivantes :
  - L'hydrolyse du saccharose à **chaud** se passe en présence d'un catalyseur **l'acide chlorhydrique.**
  - Cette hydrolyse produit du **glucose** et du **fructose.** .
  - Son équation-bilan est : **Saccharose + Eau ⟶ Glucose + Fructose**

  Sachant que la formule chimique du saccharose est $C_{12}H_{22}O_{11}$, écrire en utilisant les formules chimiques l'équation-bilan ci-dessus :
  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

3. Polycondensation du glucose

On appelle **polycondensation** une réaction au cours de laquelle un grand nombre de molécules s'assemblent pour donner une macromolécule avec élimination d'une molécule telle que l'eau.
L'amidon est formé dans les cellules des végétaux par **polycondensation** du glucose, sous l'action d'enzymes, en présence d'acide phosphorique.

V. Fabrication du pain :

1. Mode d'emploi :

Acheter dans une grande surface une préparation pour pain et fabriquer votre pain en suivant le mode d'emploi.
En voici un exemple.

Ingrédients :

500 g de préparation, le sachet de levure, 1/3 de litre d'eau chaude, un peu de farine pour votre plan de travail.

Méthode :

- Mélangez la préparation avec la levure dans un récipient creux.
- Versez l'eau chaude en une seule fois, puis pétrissez vigoureusement pendant environ 3 minutes, afin d'obtenir une pâte bien homogène.
- Couvrez le récipient d'un linge et laissez lever la pâte pendant 15 minutes.
- Farinez généreusement le plan de travail et aplatissez la pâte pour faire un carré de 20 cm de côté. Rabattez les 4 pointes du carré au centre, puis les 4 nouvelles pointes. Retournez le tout et arrondissez le plus possible pour former une boule.
- Déposez sur une plaque de cuisson et couvrez à nouveau.
- Allumez le four à 240 °C (thermostat 7/8) et laissez lever la pâte pendant 20 minutes environ.
- Humecter le pain avec du papier absorbant et faites sur le dessus deux légères entailles avec des ciseaux.
- Mettez au four à mi-hauteur pendant 40 minutes environ, jusqu'à ce que la croûte soit bien dorée

2. Constitution de la farine :

Pour fabriquer le pain il suffit donc de posséder, de l'eau, de la farine, de la levure et un four pour cuire.
Expliquons ce qui se passe lors des différentes opérations : pétrissage, fermentation, cuisson. Mais tout d'abord éludions la composition de la farine.

Activité :

Lire le texte suivant et répondre aux questions posées.

Le grain de blé est constitué de deux parties : une écorce, le son, et une partie centrale, l'amande qui est transformée en farine par le broyage. L'amidon est le constituant pondéralement le plus important de la farine (70 à 80%).
Il se présente sous la forme de petits granules sphériques de 2 à 40 micromètres de diamètre et il est constitué de deux types de chaînes polyglycosidiques : l'amylopectine (70 à 80% de l'amidon) et l'amylose (17 à 25%).
L'amylopectine est un enchaînement de molécules de glucose selon une structure ramifiée, tandis que l'amylose est constituée de longues chaînes linéaires flexibles de molécules de glucose.
Les protéines ne représentent que 9 à 15% du poids de la farine. On les classe habituellement en albumines et globuline (15 à 20%) solubles dans les solutions salines, en gliadines (10 à 45%) et en gluténines (insolubles).

Pour la Science, dossier Sciences et gastronomie.

a) Quels sont les deux constituants essentiels de la farine de blé ? Donner leur composition pondérale.
Amidon (70 à 80 %) et protéines (9 à 15%)

b) Donner en mètre la dimension d'un grain d'amidon.
Diamètre d'un grain d'amidon : 2 à 40 micromètres

c) Chercher la signification de l'expression « chaînes polyglycosidiques »
L'expression « chaînes polyglycosidiques » signifie que les chaînes d'amidon sont constituées par polycondensation d'un nombre très important de molécules de glucose.

d) Quelles sont les différences entre l'amylopectine et l'amylose ?
L'amylopectine possède une structure ramifiée, l'amylose une structure linéaire.

3. Rôle du pétrissage

Activité :

Lire le texte suivant et répondre à la question posée.

Pour obtenir la pâte qui va donner le pain, il faut mélanger de la farine, de l'eau, de la levure et du sel. Le mélange ainsi obtenu est assez flasque et il faut le pétrir longuement pour qu'il change de nature.
Il faut savoir que les macromolécules de protéine sont enroulées sur elles mêmes et entortillées les unes dans les autres : en effet, certains atomes de la protéine peuvent établir des liaisons avec d'autres atomes qui appartiennent indifféremment à la même macromolécule ou à une autre.
Lors du pétrissage, on va progressivement séparer les macromolécules les unes des autres ; de même, on va pouvoir redresser les macromolécules qui vont avoir tendance à s'aligner. Il faut bien comprendre que cette transformation n'est pas totale, il subsiste encore des liaisons intra et intermoléculaires.
Cependant, c'est cette modification de la structure microscopique de la pâte qui explique qu'à la fin du pétrissage, la pâte est devenue plus raide, plus lisse et plus élastique.

Pour la Science, dossier Sciences et gastronomie.

Résumer en une ligne le rôle du pétrissage.
Le pétrissage tend à aligner les longues chaînes de protéines qui auparavant sont repliées en pelote.

4. Rôle de la fermentation

Activité :

Lire le texte suivant et répondre aux questions posées.

Pendant les fermentations, les modifications chimiques sont dues surtout à l'action des enzymes, et parmi elles, principalement des amylases. L'alpha-amylase et la bêta-amylase effectuent un travail complémentaire pour transformer une partie de l'amidon en sucres fermentescibles : maltose et glucose. Ceux-ci serviront de substrat, c'est-à-dire d'aliment aux levures, pour synthétiser l'alcool (de peu d'importance dans le pain) et, surtout, le gaz carbonique essentiel au gonflement de la pâte.

Pour la Science, dossier Sciences et gastronomie.

a) Quel est le rôle des enzymes ?
Les enzymes transforment une partie de l'amidon en sucres fermentescibles.

b) Quel est le rôle des sucres fermentescibles ?
Les sucres fermentescibles servent d'aliment aux levures qui vont synthétiser du dioxyde de carbone essentiel au gonflement de la pâte.

5. Rôle de la cuisson :

Activité

Lire le texte suivant et répondre aux questions posées.

Que se passe-t-il lors de la cuisson du pain ? Dans un premier temps, lorsque la température est encore inférieure à 60°C, les levures deviennent très actives et elles dégagent beaucoup de dioxyde de carbone pendant que l'eau et l'alcool contenus dans la pâte se vaporisent. Sous l'effet de l'élévation de température tous ces gaz ont tendance à se dilater.
Dans un deuxième temps, lorsque la température atteint une centaine de degrés Celsius, la croûte commence à se former et les levures perdent toute leur activité. La vapeur se répartit dans le pain et l'amidon passe d'un état assez ordonné (que l'on nomme semi-cristallin) à un état désordonné (que l'on nomme état amorphe) : on dit qu'il se gélifie en empois. La chaleur entraîne une transformation des protéines : elles coagulent après avoir perdu leur eau d'hydratation et elles vont former ainsi le squelette rigide de la mie.
Enfin, entre 200°C et 250°C, l'eau s'évapore en quittant la pâte par la surface qui devient très dure et forme ainsi la croûte du pain.

Pour la Science, dossier Sciences et gastronomie.

a) Pourquoi le volume du pain s'accroît-il quand on l'introduit dans le four ?

Le volume du pain s'accroît quand on l'introduit au four car l'air et le dioxyde de carbone se dilatent et l'eau et l'alcool sont vaporisés.

b) Quelle est la transformation de l'amidon ?

L'amidon passe d'une structure assez ordonné (état semi-cristallin) à une structure désordonnée (état amorphe). Il se transforme en empois d'amidon ce qui assure la formation de la mie.

c) Quelles sont les transformations des protéines ?

Les protéines dénaturées par la chaleur coagulent pour former le squelette rigide de la mie.

VI. Ce qu'il faut savoir :

- **Connaître l'existence des sucres, glucose, fructose et saccharose, ainsi que leurs sources.**
- **Identifier le glucose et l'amidon à partir de tests expérimentaux.**
- **Reconnaître une réaction de polycondensation ou d'hydrolyse à partir de résultats expérimentaux.**

1L : Les glucides

Exercices d'application

Exercice.1 :

a) Comment met-on en évidence le glucose ? L'amidon ?

On peut mettre en évidence le glucose par réaction à chaud avec la liqueur de Fehling, solution de couleur bleu foncé contenant des ions cuivre Cu^{2+}.

En présence de glucose, il se forme un précipité rouge brique de formule Cu_2O

On met en évidence l'amidon par réaction sur l'eau iodée, solution de coloration brune.

En présence d'amidon et d'eau iodée la coloration de la solution devient violette.

b) Quel est le produit de l'hydrolyse de l'amidon ?

L'hydrolyse de l'amidon produit du glucose

Amidon + Eau ⟶ Glucose

c) Si on forme de l'amidon à partir du glucose, de quelle réaction s'agit-il ?

Cette réaction est la polycondensation du glucose

Exercice.2 :

On réalise les tests à la liqueur de Fehling et à l'eau iodée sur des aliments, les résultats sont regroupés ci-dessous :

- Test à la liqueur de Fehling positif avec le miel, le raisin et la banane.
- Test à la liqueur de Fehling négatif avec le chocolat, le sucre de canne, pain, et la pomme de terre.
- Test à l'eau iodée positif avec la pomme de terre et le pain.
- Test à l'eau iodée négatif avec le chocolat, le sucre de canne, le miel et le raisin.

a) Qu'observe-t-on quand le test à la liqueur de Fehling est positif ?

Quand le test à la liqueur de Fehling est positif, on observe la formation d'un précipité rouge brique.

b) Qu'observe-t-on quand le test à l'eau iodée est positif ?

Quand le test à l'eau iodée est positif, on observe l'apparition d'une coloration violette

c) Déduire des résultats expérimentaux le glucide contenu dans le miel, le raisin, la pomme de terre et le pain. Justifier.

Le miel et le raisin contiennent du glucose

La pomme de terre et le pain contiennent de l'amidon

d) Quel est le glucide contenu dans le sucre de canne et le chocolat ? Justifier.

Le sucre et le chocolat contiennent du saccharose.

Exercice.3 :

On réalise au laboratoire l'hydrolyse de l'amidon :

On fait chauffer 100 mL d'eau distillée dans un erlenmeyer, puis en ajoute trois spatules de farine, quelques gouttes d'eau iodée et quelques millilitres d'une solution d'acide chlorhydrique. On ferme l'erlenmeyer avec un bouchon muni d'un tube à dégagement. On continue à chauffer jusqu'à décoloration de la solution.

On effectue ensuite un test à la liqueur de Fehling : on observe l'apparition d'un précipité rouge brique.

a) Pourquoi ajoute-t-on de la farine après avoir chauffer l'eau distillée, et pas en même temps ?

En chauffant d'abord l'eau, on facilite la solubilisation de l'amidon de la farine.

b) Quelle est la couleur de la solution après addition de l'eau iodée ? Justifier.

Après addition de l'eau iodée la solution devient violette en présence de l'amidon contenu dans la farine.

c) Pourquoi la solution se décolore-t-elle peu à peu ?

La solution se décolore car l'amidon est peu à peu hydrolysé, il disparaît progressivement de la solution.

d) Quel est le rôle de l'acide chlorhydrique ?

L'acide chlorhydrique joue le rôle de catalyseur, il accélère la réaction chimique d'hydrolyse de l'amidon.

e) Quel est le produit de l'hydrolyse de l'amidon mis en évidence ? Justifier.

Le précipité rouge brique obtenu en présence de la liqueur de Fehling montre la formation du glucose.

f) Le corps humain ne contient pas d'amidon, pourtant nous consommons des aliments qui en contiennent. Que devient l'amidon que l'on ingère ?

L'amidon que nous consommons est hydrolysé en présence d'eau lors de la mastication et de la digestion. Il est transformé en glucose.

g) Quel composé joue le rôle de l'acide chlorhydrique dans le corps humain ?

Le catalyseur de l'hydrolyse de l'amidon dans l'organisme est une enzyme, c'est l'amylase.

Exercice.4 :

Le pouvoir sucrant d'un sucre exprime la capacité de celui-ci à sucrer un litre de solution. Par convention, le pouvoir sucrant d'une solution contenant 30 $g.L^{-1}$ de saccharose est 1.

Avec un sucre de pouvoir sucrant 100, on peut obtenir aussi sucrée qu'une solution de saccharose de pouvoir sucrant 1 si la quantité d'édulcorant introduite est 100 fois moins importante que celle du saccharose, c'est-à- dire 0,3 g d'édulcorant par litre. Dans une documentation, on relève les informations suivantes :

<< Le saccharose est le sucre traditionnel, que l'on trouve dans la bettrave, la canne à sucre. Sa dégradation dans la bouche provoque la formation des caries.

La saccharine est un édulcorant de synthèse, de pouvoir sucrant 300. sa consommation n'implique pas la formation des caries.

Le glucose est le sucre présent naturellement dans les fruits mûrs. Son pouvoir sucrant est de 0,6 >>.

a) Quel est le test de mise en évidence du glucose ? Ce test est-il positif avec le saccharose ?

On peut mettre en évidence le glucose par réaction à chaud avec la liqueur de Fehling, solution de couleur bleu foncé contenant des ions cuivre Cu^{2+}. Il se forme un précipité rouge brique.

En présence de saccharose ce test est négatif.

b) Quelle masse de saccharine faut-il utiliser pour obtenir 1L de solution de pouvoir sucrant identique au saccharose ?

Le pouvoir sucrant de la saccharine est de 300. pour préparer un litre de solution aussi sucrée que celle de saccharose de pouvoir sucrant 1, il faut dissoudre $\frac{30}{300}$ = 0,1 g de saccharine.

c) Citer deux avantages à utiliser la saccharine au lieu du saccharose.

Premier avantage : on utilise moins de saccharine donc l'apport calorique est réduit.

Deuxième avantage : la saccharine ne favorise pas la formation des caries.

d) Le glucose a-t-il une action plus ou moins sucrante que le saccharose ? Expliquer.

Le glucose possède un pouvoir sucrant inférieur à celui du saccharose, il est donc moins sucrant : pour avoir un litre de solution sucrée au glucose aussi sucrée que celle du saccharose de pouvoir sucrant 1, il faut dissoudre $\frac{30}{0,6}$ = 50 g de glucose.